

Used for IPS
#10

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-062687

(43)Date of publication of application : 06.03.1998

(51)Int.Cl. G02B 15/20

(21)Application number : 08-222197

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 23.08.1996

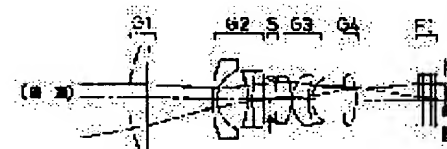
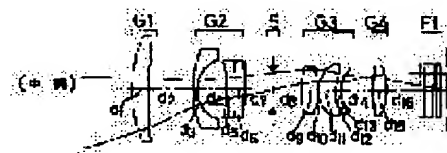
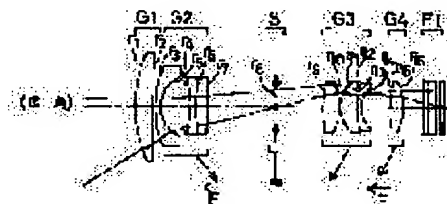
(72)Inventor : UZAWA TSUTOMU

(54) ZOOM LENS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a zoom lens suitable for a video camera having a wide picture angle and embodied in a simple lens configuration.

SOLUTION: A zoom lens concerned includes the first group G1 having a positive refractive power, the second group G2 having a negative refractive power, the third group G3 having a positive refractive power, and the fourth group G4 having a positive refractive power, in the sequence as named from the side with the object concerned, and when a power change is to be made from the wide angle end to the telescopic end, the second group G2 moves to the image side, and the third group G3 moves to the object side at all times, and the fourth group G4 is moved to the object side at all times, wherein the first group G1 consists solely of positive single lens.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-62687

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月6日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 2 B 15/20

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 2 B 15/20

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号

特願平8-222197

(22) 出願日

平成8年(1996) 8月23日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 鶴澤 勉

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号オリン
パス光学工業株式会社内

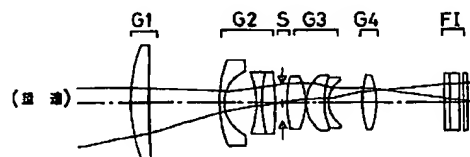
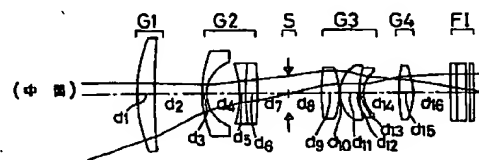
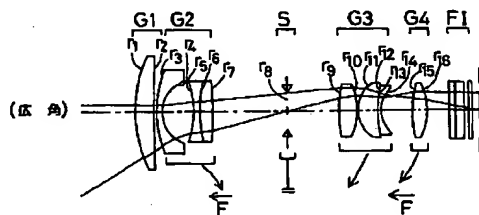
(74) 代理人 弁理士 藤澤 弘 (外7名)

(54) 【発明の名称】 ズームレンズ

(57) 【要約】

【課題】 広画角であって簡易なレンズ構成のビデオカメラに適したズームレンズ。

【解決手段】 物体側より順に、正の屈折力を有する第1群G1、負の屈折力を有する第2群G2、正の屈折力を有する第3群G3、正の屈折力を有する第4群G4からなり、広角端から望遠端に向けて変倍する際、第2群G2は像側に移動し、第3群G3は常に物体側に移動し、第4群G4は常に物体側に移動するものであって、第1群G1は正の単レンズのみからなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群からなり、広角端から望遠端に向けて変倍する際、第2群は像側に移動し、第3群は常に物体側に移動し、第4群は常に物体側に移動するものであって、第1群は正の単レンズのみからなることを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】 物体側より順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群からなり、広角端から望遠端に向けて変倍する際、第2群は像側に移動し、第3群は常に物体側に移動し、第4群は常に物体側に移動するものであって、第1群は正の単レンズのみからなり、第2群は少なくとも1枚の正レンズを含み、第3群あるいは第4群の何れかの群には、少なくとも1枚の負レンズを含むことを特徴とするズームレンズ。

【請求項3】 物体側より順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群からなり、広角端から望遠端に向けて変倍する際、第2群は像側に移動し、第3群は常に物体側に移動し、第4群は常に物体側に移動するものであって、第1群は正の単レンズのみからなり、第2群は少なくとも1枚の正レンズを含み、第3群は少なくとも1枚の負レンズを含み、第4群は正の単レンズのみからなることを特徴とするズームレンズ。

【請求項4】 物体側より順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群からなり、広角端から望遠端に向けて変倍する際、第2群は像側に移動し、第3群は常に物体側に移動し、第4群は常に物体側に移動するものであって、第1群は正の単レンズのみからなり、絞りをも第2群と第3群の間に固定したことを特徴とするズームレンズ。

【請求項5】 物体側より順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有する第2群、絞り、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群からなり、広角端から望遠端に向けて変倍する際、第1群と絞りは固定し、第2群は像側に移動し、第3群は常に物体側に移動し、第4群は常に物体側に移動するものであって、第1群は正の単レンズのみからなり、第2群は少なくとも1枚の正レンズを含み、第3群は少なくとも1枚の負レンズを含み、第4群は正の単レンズのみからなることを特徴とするズームレンズ。

【請求項6】 少なくとも第2群をフォーカシングのために可動としたことを特徴とする請求項1から5の何れか1項記載のズームレンズ。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、ズームレンズに関

し、特に、ビデオカメラに適した広画角のズームレンズに関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、民生ビデオカメラ用のズームレンズとしては、例えば特開昭63-29718号に示されているように、物体側から正、負、正、正の4群構成で、第2群で変倍を行い、第4群で変倍による像位置補正及びフォーカシングを行うタイプが主流となっている。このタイプのズームレンズの多くは、広角端の画角(2 ω)が50°程度である。これに対し、広角端の画角が65°程度とより広画角を達成したものとしては特開平6-94997号のものがあり、物体側から正、負、正、正の4群構成で、第2、3、4群を変倍時に可動にした上で、諸条件を満足することで広画角を実現したものである。また、特開平6-94997号と同様の構成のものとして、特開平6-194572号のものもある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、特開平6-94997号のものは、最も外径が大きい第1群が3枚のレンズで構成されているため、鏡枠全体が大きく重くなり、また、コストの点で不利である。

【0004】 また、特開平6-194572号のものは、第5実施例を除く各実施例は、第1群が3枚のレンズで構成されている上に、像高(Y')3.1に対し、広角端の焦点距離が5.7~6.2であり、画角に換算すると57~53°程度であって広画角とは言えない。第5実施例は、第1群が2枚のレンズで構成されているが、像高(Y')3.1に対し、広角端の焦点距離が6.7であり、画角に換算すると50°程度であり、広画角に関する改善はされていない。

【0005】 本発明は従来技術のこのような状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、広画角であって簡易なレンズ構成のビデオカメラに適したズームレンズを提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成する本発明の第1のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群からなり、広角端から望遠端に向けて変倍する際、第2群は像側に移動し、第3群は常に物体側に移動し、第4群は常に物体側に移動するものであって、第1群は正の単レンズのみからなることを特徴とするものである。

【0007】 本発明の第2のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群からなり、広角端から望遠端に向けて変倍する際、第2群は像側に移動し、第3群は常に物体側に移動し、第4群は常に物体側に移動するものであって、第

1群は正の単レンズのみからなり、第2群は少なくとも1枚の正レンズを含み、第3群あるいは第4群の何れかの群には、少なくとも1枚の負レンズを含むことを特徴とするものである。

【0008】本発明の第3のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群からなり、広角端から望遠端に向けて変倍する際、第2群は像側に移動し、第3群は常に物体側に移動し、第4群は常に物体側に移動するものであって、第1群は正の単レンズのみからなり、第2群は少なくとも1枚の正レンズを含み、第3群は少なくとも1枚の負レンズを含み、第4群は正の単レンズのみからなることを特徴とするものである。

【0009】本発明の第4のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群からなり、広角端から望遠端に向けて変倍する際、第2群は像側に移動し、第3群は常に物体側に移動し、第4群は常に物体側に移動するものであって、第1群は正の単レンズのみからなり、絞りを第2群と第3群の間に固定したことを特徴とするものである。

【0010】本発明の第5のズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有する第2群、絞り、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群からなり、広角端から望遠端に向けて変倍する際、第1群と絞りは固定し、第2群は像側に移動し、第3群は常に物体側に移動し、第4群は常に物体側に移動するものであって、第1群は正の単レンズのみからなり、第2群は少なくとも1枚の正レンズを含み、第3群は少なくとも1枚の負レンズを含み、第4群は正の単レンズのみからなることを特徴とするものである。

【0011】さらに、本発明は、上記の第1のズームレンズから第5のズームレンズの何れか1つにおいて、少なくとも第2群をフォーカシングのために可動としたことを特徴とするものである。

【0012】以下に、本発明において上記構成をとる理由と作用について説明する。前記した特開平6-194572号のものは、第2群と第3群が互いに逆方向に移動することで変倍を行っている。ただし、主な変倍作用は第2群が持ち、第3群は補助的な変倍作用を分担している。また、第4群は変倍に伴う像位置の補正を行い、

$$-2.5 < z_3/z_2 < -0.45, \quad z_2 > 0, \quad z_3 < 0 \quad \dots (1)$$

ただし、 z_i (i は2, 3)は第*i*群の広角端から望遠端への移動量であって、物体側から像側に移動する場合を正符号とする。

【0018】条件(1)は、第2群と第3群の移動量の比を定めたものである。第3群の移動量を十分確保することで、第3群以降に主な変倍作用を持たせている。条件(1)の上限の-0.45を越えると、第2群の変倍

変倍作用はほとんど持たない。第2群が変倍作用を行うということは、第1群と第2群の間隔を変化させることにより変倍を行うことである。そこで、効率的に変倍を行うためには第2群だけでなく、第1群にも強い屈折力を持たせる必要がある。第1群が強い屈折力を持つと、色収差を始め、諸収差を補正するために、正の屈折力を持つ第1群には負レンズを配置する必要があった。その上、広角側で第1群を通る軸外光線高が高くなり、広画面角化には不利であった。

【0013】一方、本発明のズームレンズは、第3群に加え、第4群を広角端から望遠端にかけて像側から物体側へ単調に移動し、第3群と第4群に主な変倍作用を持たせている。そのため、第2群での変倍作用を軽減できるので、第1群の屈折力を小さく設定できる。したがって、第1群を正レンズ1枚で構成すると同時に、広画面角化も実現可能である。第1群の屈折力が小さいと、正レンズ1枚の構成であっても収差の発生が抑えられ、負レンズを配置することなしに変倍による色収差の変動が補正可能となる。その上、第1群を通る軸外光線の高さを低くすることができ、広画面角化に有利である。

【0014】また、第1群以外のレンズ群の構成に関しては、以下のように構成するのが望ましい。色収差を始め、諸収差の補正のためには、各群の群全体の屈折力とは符号が異なる屈折力を持つレンズを配置するのがよい。

【0015】変倍作用を持つ第2群に、正レンズを配置するのが望ましい。変倍作用と結像作用を持つ第3群と第4群の何れかに負レンズを配置するのが望ましいが、第3群に負レンズを配置すれば、第4群は正レンズのみで構成することができ、しかも最少の1枚で構成可能である。

【0016】広画面角とレンズ構成及び鏡枠構成の簡素化を両立するためには、絞りの位置が重要である。広画面角化に際して、絞りを略光学系の中心に配置することが、第1群及び第4群の小型化に有利である。そのため、第2群と第3群の間に配置している。さらに、光軸上で固定とすることで、鏡枠構成を複雑にすることもない。また、第1群は変倍時に固定とすることもでき、鏡枠構成上好ましい。

【0017】また、本発明のズームレンズは、以下の条件を満足することが望ましい。

の分担量が大きくなり、広角側で第1群を通る軸外光線が高くなり、第1群の大きさが増大する。下限の-2.5を越えると、広角側で第3群、第4群を通る軸外光線が高くなり、第3群、第4群の径が増大する。

【0019】また、条件(1)の上限値、下限値を以下のようにするとよい。

$$-2 < z_3 / z_2 < -0.54, z_2 > 0, z_3 < 0 \quad \dots (1-2)$$

また、条件(1)の上限値、下限値を以下のようにする
とさらによい。

【0020】

$$-1.5 < z_3 / z_2 < -0.6, z_2 > 0, z_3 < 0 \quad \dots (1-3)$$

また、本発明のズームレンズは、以下の条件を満足する

$$0.05 < f_4 / f_1 < 0.41$$

ただし、 f_i (i は1, 4)は第 i 群の焦点距離である。

【0021】本発明のズームレンズに関し、広面角化するというのは、撮像面サイズに対し全系の焦点距離を小さくすることでもある。全系の焦点距離を小さくすると、レンズのバックフォーカスも小さくなり、光学フィルター等の部材を配置する間隔を確保することが難しくなる。そのため、本発明では、第4群に対して第1群の屈折力を小さく設定することで十分なバックフォーカスを確保している。

$$0.1 < f_4 / f_1 < 0.36$$

また、条件(2)の上限値、下限値を以下のようにする

$$0.2 < f_4 / f_1 < 0.33$$

また、本発明のズームレンズは、以下の条件を満足する

$$0.9 < (\beta_{34T} / \beta_{34W}) / (\beta_{2T} / \beta_{2W}) < 4$$

ただし、 β_{2W} は広角端での第2群の倍率、 β_{2T} は望遠端での第2群の倍率、 β_{34W} は広角端での第3群と第4群の合成の倍率、 β_{34T} は望遠端での第3群と第4群の合成の倍率である。

【0024】条件(3)は、第2群と第3～4群の変倍量の分担を定めたものである。条件(3)の下限の0.9を越えると、第2群の変倍の分担量が大きくなり、広

$$1.15 < (\beta_{34T} / \beta_{34W}) / (\beta_{2T} / \beta_{2W}) < 3 \quad \dots (3-2)$$

また、条件(3)の上限値、下限値を以下のようにする

$$1.4 < (\beta_{34T} / \beta_{34W}) / (\beta_{2T} / \beta_{2W}) < 2.5 \quad \dots (3-3)$$

また、本発明のズームレンズは、以下の条件を満足する

$$0 < f_W / f_1 < 0.2$$

ただし、 f_W は広角端での全系の焦点距離、 f_i (i は1)は第 i 群の焦点距離である。

【0026】レンズの小型化と性能の確保に関しては、条件(4)を満足するとよい。条件(4)は、第1群の焦点距離を規定したものである。上限の0.2を越えると、第1群の大きさが増大し、また、バックフォーカス

$$0 < f_W / f_1 < 0.12$$

また、条件(4)の上限値、下限値を以下のようにする

$$0.04 < f_W / f_1 < 0.12$$

本発明のように広面角のレンズで特に小さな撮像素子を用いる場合は、被写界深度が深く、フォーカシングを行わなくても通常の撮影が可能である。しかし、より近距離まで撮影をする場合は、フォーカシングを行う必要がある。そこで、本発明のズームレンズは、少なくとも第2群をフォーカシングのために可動としている。さらには、第2群と第4群をフォーカシングのために可動としている。

ことが望ましい。

... (2)

【0022】条件(2)は、第1群と第4群の屈折力の比を規定したものである。この条件の上限の0.41を越えると、第1群を通る軸外光線高が高くなり、第1群の径が増大し、また、十分なバックフォーカスを確保することが困難となる。この条件の下限の0.05を越えると、第2群での変倍の効率が悪くなり、レンズの全長が大きくなる。

【0023】また、条件(2)の上限値、下限値を以下のようにするとなおよい。

... (2-2)

とさらによい。

... (2-3)

ことが望ましい。

... (3)

角側で第1群を通る軸外光線が高くなり、第1群の大きさが増大する。上限の4を越えると、広角側で第3～4群を通る軸外光線が高くなり、第3群、第4群の大きさが増大する。

【0025】また、条件(3)の上限値、下限値を以下のようにするとなおよい。

$$1.15 < (\beta_{34T} / \beta_{34W}) / (\beta_{2T} / \beta_{2W}) < 3 \quad \dots (3-2)$$

とさらによい。

$$1.4 < (\beta_{34T} / \beta_{34W}) / (\beta_{2T} / \beta_{2W}) < 2.5 \quad \dots (3-3)$$

ことが望ましい。

... (4)

の確保に不利である。下限の0を越えると、 f_1 が負の値を持ち、変倍効率が悪くなり、全長が長大化する。また、広角側で負の歪曲収差の補正に不利である。

【0027】また、条件(4)の上限値、下限値を以下のようにするとなおよい。

... (4-2)

とさらによい。

... (4-3)

【0028】本発明のズームレンズは、第4群によってフォーカシングをすることができるが、第4群以外では第2群もフォーカシングに適している。本発明のズームレンズでは、第2群が比較的結像倍率の絶対値が小さく、第2群でフォーカシングすることが可能である。第2群は、広角端に対し望遠端で像側に位置するので、望遠側では第2群でフォーカシングを行うための間隔が十分確保でき、第2群と第4群とを合わせてフォーカシン

グをすることで、特に望遠側で、より近距離まで撮影することができる。

【0029】なお、本発明のズームレンズにおいては、フォーカシングを行う場合、第4群又は第2群で行うことが好ましいことはすでに述べたが、それ以外のレンズ群を用いてもよく、また、レンズ全体を移動させる、あるいは、撮像素子を移動させてもよい。

【0030】また、本発明のレンズでは、何れかの群にプラスチックレンズを用いてもよい。特に、第1群は屈折力が弱いので、温度、湿度の変化による焦点位置の変動が小さいので、プラスチックレンズを用いるのに有利である。プラスチックレンズの材質として吸収性の少ないものや、アッペ数の大きなもの等、何れのものを採用してもよい。また、射出瞳位置の制御や、収差補正、小型化等の目的で、第4群の像側にレンズ群を配置してもよい。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、本発明のズームレンズの実施例1～6について図面を参照にして説明する。実施例1～6の光軸を含むレンズ断面図をそれぞれ図1～図6に示す。各図には、広角端、中間状態、望遠端でのレンズ群位置を対比して示すが、軸上マージナル光線と軸外主光線も併せて図示してある。また、広角端における断面図中に、広角端から望遠端に向けて変倍する際の各群の移動方向も矢印で示してある。さらに、光軸に沿って示されたFの符号と矢印はフォーカシングの際に移動する群と移動方向を示す。なお、絞りSについて示したアース記号は固定であることを表す。また、第4群G4の像側に配置された平行平板群F1は光学フィルター等の部材を想定している。

【0032】各実施例の数値データは後記するが、実施例1においては、図1に示すように、第1群G1は、物体側に凸の正メニスカスレンズ1枚からなり、第2群G2は、物体側に凸の負メニスカスレンズ、両凹レンズと両凸レンズの接合レンズの2群3枚からなり、絞りSを挟んで、第3群G3は、両凸レンズ、物体側に凸の正メニスカスレンズ、物体側に凸の負メニスカスレンズの3枚からなり、第4群G4は、両凸レンズ1枚からなる。非球面は、第2群G2の最も像側の面と、第3群G3の最も物体側の面の2面に用いられている。

【0033】実施例1において、広角端から望遠端に向けての変倍は、図示のように、第2群G2を像側に、第3群G3と第4群G4を物体側に移動することによって行っている。また、フォーカシングは、何れの画角位置においても、物体距離が中間の近距離（広角端では100mm、中間状態では200mm、望遠端では400mm）までは第4群G4を物体側へ繰り出すことによって行っており、それより近距離（広角端では80mm、中間状態では10mm、望遠端では10mm）までは第4群G4に加えて第2群G2を物体側へ繰り出すことによ

って行っている。

【0034】実施例2においては、図2に示すように、第1群G1は、両凸レンズ1枚からなり、第2群G2は、物体側に凸の負メニスカスレンズ、両凹レンズ、物体側に凸の正メニスカスレンズの3枚からなり、絞りSを挟んで、第3群G3は、両凸レンズ、物体側に凸の正メニスカスレンズ、物体側に凸の負メニスカスレンズの3枚からなり、第4群G4は、両凸レンズ1枚からなる。非球面は、第1群G1の物体側の面と、第2群G2の真ん中の両凹レンズの像側の面と、第3群G3の最も物体側の面と、第4群G4の物体側の面の4面に用いられている。

【0035】実施例2において、広角端から望遠端に向けての変倍は、図示のように、第2群G2を像側に、第3群G3と第4群G4を物体側に移動することによって行っている。また、フォーカシングは、何れの画角位置においても第4群G4を物体側へ繰り出すことによって行っている。

【0036】実施例3においては、図3に示すように、第1群G1は、両凸レンズ1枚からなり、第2群G2は、両凹レンズ、像側に凸の負メニスカスレンズと正メニスカスレンズの接合レンズの2群3枚からなり、絞りSを挟んで、第3群G3は、両凸レンズ、物体側に凸の負メニスカスレンズの2枚からなり、第4群G4は、両凸レンズ1枚からなる。非球面は、第1群G1の物体側の面と、第2群G2の両凹レンズの像側の面と、第3群G3の最も物体側の面と、第4群G4の物体側の面の4面に用いられている。

【0037】実施例3において、広角端から望遠端に向けての変倍は、図示のように、第2群G2を像側に、第3群G3と第4群G4を物体側に移動することによって行っている。また、フォーカシングは、何れの画角位置においても第4群G4を物体側へ繰り出すことによって行っている。

【0038】実施例4においては、図4に示すように、第1群G1は、両凸レンズ1枚からなり、第2群G2は、物体側に凸の負メニスカスレンズ、両凹レンズ、物体側に凸の正メニスカスレンズの3枚からなり、絞りSを挟んで、第3群G3は、両凸レンズ、物体側に凸の負メニスカスレンズの2枚からなり、第4群G4は、両凸レンズ1枚からなる。非球面は、第1群G1の物体側の面と、第3群G3の最も物体側の面と、第4群G4の物体側の面の3面に用いられている。

【0039】実施例4において、広角端から望遠端に向けての変倍は、図示のように、第2群G2を像側に、第3群G3と第4群G4を物体側に移動することによって行っている。また、フォーカシングは、何れの画角位置においても第4群G4を物体側へ繰り出すことによって行っている。

【0040】実施例5においては、図5に示すように、

第1群G1は、物体側に凸の正メニスカスレンズ1枚からなり、第2群G2は、物体側に凸の負メニスカスレンズ、両凹レンズ、物体側に凸の正メニスカスレンズの3枚からなり、絞りSを挟んで、第3群G3は、両凸レンズ、物体側に凸の負メニスカスレンズの2枚からなり、第4群G4は、両凸レンズ1枚からなる。非球面は、第3群G3の最も物体側の面と、第4群G4の物体側の面の2面に用いられている。

【0041】実施例5において、広角端から望遠端に向けての変倍は、図示のように、第2群G2を像側に、第3群G3と第4群G4を物体側に移動することによって行っている。また、フォーカシングは、何れの画角位置においても第4群G4を物体側へ繰り出すことによって行っている。

【0042】実施例6においては、図6に示すように、第1群G1は、物体側に凸の正メニスカスレンズ1枚からなり、第2群G2は、物体側に凸の負メニスカスレンズ、両凹レンズ、物体側に凸の正メニスカスレンズの3枚からなり、絞りSを挟んで、第3群G3は、両凸レンズ、像側に凸の負メニスカスレンズの2枚からなり、第4群G4は、像側に凸の正メニスカスレンズ1枚からなる。非球面は、第4群G4の物体側の面1面のみに用いられている。

【0043】実施例6において、広角端から望遠端に向けての変倍は、図示のように、第2群G2を像側に、第3群G3と第4群G4を物体側に移動することによって行っている。また、フォーカシングは、何れの画角位置

においても第4群G4を物体側へ繰り出すことによって行っている。

【0044】なお、以上の実施例2から6においては、第2群G2でフォーカシングすることも可能であり、また、第2群G2と第4群G4を合わせて実施例1と同様にフォーカシングすることもできる。また、実施例1、2、6においては、第3群G2の負レンズとその物体側の正レンズは空気間隔を開けて配置されているが、これらを接合レンズとしてもよい。

【0045】以下に、上記各実施例の数値データを示すが、記号は上記の外、 f は全系焦点距離、 F_{NO} はFナンバー、 ω は半画角、 $r_1, r_2 \dots$ は各レンズ面の曲率半径、 $d_1, d_2 \dots$ は各レンズ面間の間隔、 $n_{d1}, n_{d2} \dots$ は各レンズのd線の屈折率、 $\nu_{d1}, \nu_{d2} \dots$ は各レンズのアッペ数である。なお、非球面形状は、 x を光の進行方向を正とした光軸とし、 y を光軸と直行する方向にとると、下記の式にて表される。

$$x = (y^2 / r) / [1 + \{1 - (K+1)(y/r)^2\}^{1/2}] + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10}$$

ただし、 r は近軸曲率半径、 K は円錐係数、 A_4, A_6, A_8, A_{10} はそれぞれ4次、6次、8次、10次の非球面係数である。

【0046】なお、以下の数値データにおける屈折率 $n = 1.49241$ 、アッペ数 $\nu = 57.66$ 、又は、屈折率 $n = 1.49216$ 、アッペ数 $\nu = 57.50$ のものはプラスチックレンズである。

【0047】実施例1

$$f = 8.900 \sim 15.400 \sim 26.699$$

$$F_{NO} = 2.001 \sim 2.304 \sim 3.087$$

$$\omega = 33.877^\circ \sim 19.983^\circ \sim 11.666^\circ$$

$r_1 =$	44.5313	$d_1 =$	5.0000	$n_{d1} =$	1.49241	$\nu_{d1} =$	57.66
$r_2 =$	235.4481	$d_2 =$	(可変)				
$r_3 =$	33.3406	$d_3 =$	1.6000	$n_{d2} =$	1.77250	$\nu_{d2} =$	49.62
$r_4 =$	10.5620	$d_4 =$	9.1557				
$r_5 =$	-25.6170	$d_5 =$	1.5000	$n_{d3} =$	1.48749	$\nu_{d3} =$	70.44
$r_6 =$	54.3610	$d_6 =$	3.5000	$n_{d4} =$	1.80279	$\nu_{d4} =$	25.26
$r_7 =$	-173.1864 (非球面)	$d_7 =$	(可変)				
$r_8 =$	∞ (絞り)	$d_8 =$	(可変)				
$r_9 =$	34.4931 (非球面)	$d_9 =$	4.8000	$n_{d5} =$	1.49241	$\nu_{d5} =$	57.66
$r_{10} =$	-19.8304	$d_{10} =$	0.1500				
$r_{11} =$	10.4305	$d_{11} =$	4.7402	$n_{d6} =$	1.60300	$\nu_{d6} =$	65.48
$r_{12} =$	24.3138	$d_{12} =$	0.0772				
$r_{13} =$	25.4055	$d_{13} =$	1.1165	$n_{d7} =$	1.84666	$\nu_{d7} =$	23.78
$r_{14} =$	8.6566	$d_{14} =$	(可変)				
$r_{15} =$	34.8911	$d_{15} =$	4.0000	$n_{d8} =$	1.49241	$\nu_{d8} =$	57.66
$r_{16} =$	-21.9889	$d_{16} =$	(可変)				
$r_{17} =$	∞	$d_{17} =$	1.6000	$n_{d9} =$	1.52420	$\nu_{d9} =$	70.20
$r_{18} =$	∞	$d_{18} =$	2.6300	$n_{d10} =$	1.54425	$\nu_{d10} =$	67.00
$r_{19} =$	∞	$d_{19} =$	1.0000				
$r_{20} =$	∞	$d_{20} =$	1.0000	$n_{d11} =$	1.50000	$\nu_{d11} =$	60.00

$$r_{21} = \infty$$

ズーム間隔

f	8.900	15.400	26.699
d ₂	1.000	13.278	19.838
d ₇	20.729	8.451	1.892
d ₈	13.551	8.628	1.444
d ₁₄	8.547	9.453	8.710
d ₁₆	5.970	9.988	17.915

非球面係数

第7面

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = -2.0185 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = -1.0045 \times 10^{-7}$$

$$A_8 = 2.1313 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = -1.7474 \times 10^{-11}$$

第9面

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = -5.7976 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = 1.4379 \times 10^{-7}$$

$$A_8 = -2.0236 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = 6.3183 \times 10^{-12}$$

【0048】実施例2

$$f = 8.900 \sim 15.400 \sim 26.700$$

$$F_{N0} = 2.000 \sim 2.382 \sim 2.877$$

$$\omega = 33.588^\circ \sim 20.245^\circ \sim 11.934^\circ$$

r ₁ = 51.1602 (非球面)	d ₁ = 6.0000	n _{d1} = 1.49241	ν _{d1} = 57.66
r ₂ = -340.7162	d ₂ = (可変)		
r ₃ = 105.0895	d ₃ = 2.0000	n _{d2} = 1.49241	ν _{d2} = 57.66
r ₄ = 10.4665	d ₄ = 7.7608		
r ₅ = -29.9386	d ₅ = 1.5050	n _{d3} = 1.49241	ν _{d3} = 57.66
r ₆ = 33.9326 (非球面)	d ₆ = 2.8972		
r ₇ = 43.1092	d ₇ = 2.5000	n _{d4} = 1.84666	ν _{d4} = 23.78
r ₈ = 184.3030	d ₈ = (可変)		
r ₉ = ∞ (絞り)	d ₉ = (可変)		
r ₁₀ = 24.1821 (非球面)	d ₁₀ = 4.7604	n _{d5} = 1.49241	ν _{d5} = 57.66
r ₁₁ = -30.7507	d ₁₁ = 0.1500		
r ₁₂ = 10.1953	d ₁₂ = 4.6184	n _{d6} = 1.56883	ν _{d6} = 56.33
r ₁₃ = 26.5327	d ₁₃ = 0.1700		
r ₁₄ = 32.2596	d ₁₄ = 1.1311	n _{d7} = 1.84666	ν _{d7} = 23.78
r ₁₅ = 8.6992	d ₁₅ = (可変)		
r ₁₆ = 18.2256 (非球面)	d ₁₆ = 4.5000	n _{d8} = 1.49241	ν _{d8} = 57.66
r ₁₇ = -27.7589	d ₁₇ = (可変)		

$r_{18} =$	∞	$d_{18} =$	1.6000	$n_{d9} =$	1.52420	$\nu_{d9} =$	70.20
$r_{19} =$	∞	$d_{19} =$	2.6300	$n_{d10} =$	1.54425	$\nu_{d10} =$	67.00
$r_{20} =$	∞	$d_{20} =$	1.0000				
$r_{21} =$	∞	$d_{21} =$	1.0000	$n_{d11} =$	1.50000	$\nu_{d11} =$	60.00
$r_{22} =$	∞						

ズーム間隔

f	8.900	15.400	26.700
d_s	1.000	11.686	20.458
d_8	21.458	10.772	2.000
d_9	14.257	7.512	2.000
d_{16}	7.480	10.686	9.897
d_{17}	7.577	11.116	17.417

非球面係数

第1面

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = -1.1011 \times 10^{-6}$$

$$A_6 = -4.1613 \times 10^{-9}$$

$$A_8 = 1.1957 \times 10^{-11}$$

$$A_{10} = -1.5633 \times 10^{-14}$$

第6面

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = -4.6385 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = -5.6702 \times 10^{-8}$$

$$A_8 = 2.8259 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = -2.5546 \times 10^{-11}$$

第10面

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = -3.2121 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = 5.1978 \times 10^{-10}$$

$$A_8 = -2.2641 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = 8.2732 \times 10^{-13}$$

第16面

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = -3.1628 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = 1.5533 \times 10^{-8}$$

$$A_8 = 1.6602 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = -3.2434 \times 10^{-12}$$

【0049】実施例3

$$f = 8.900 \sim 15.400 \sim 26.700$$

$$F_{N0} = 2.800 \sim 3.363 \sim 4.246$$

$$\omega = 33.647^\circ \sim 19.906^\circ \sim 11.784^\circ$$

$$r_1 = 110.2121 \text{ (非球面)} \quad d_1 = 6.0000 \quad n_{d1} = 1.49216 \quad \nu_{d1} = 57.50$$

$r_2 = -64.6133$	$d_2 = (\text{可変})$	
$r_3 = -126.0608$	$d_3 = 1.6000$	$n_{d2} = 1.49216 \quad \nu_{d2} = 57.50$
$r_4 = 14.0489$ (非球面)	$d_4 = 11.0637$	
$r_5 = -12.0152$	$d_5 = 1.5000$	$n_{d3} = 1.48749 \quad \nu_{d3} = 70.21$
$r_6 = -168.0278$	$d_6 = 2.0000$	$n_{d4} = 1.84666 \quad \nu_{d4} = 23.78$
$r_7 = -37.6785$	$d_7 = (\text{可変})$	
$r_8 = \infty$ (絞り)	$d_8 = (\text{可変})$	
$r_9 = 10.2335$ (非球面)	$d_9 = 7.4642$	$n_{d5} = 1.49216 \quad \nu_{d5} = 57.50$
$r_{10} = -31.1103$	$d_{10} = 0.1500$	
$r_{11} = 31.1135$	$d_{11} = 1.0000$	$n_{d6} = 1.84666 \quad \nu_{d6} = 23.78$
$r_{12} = 10.3337$	$d_{12} = (\text{可変})$	
$r_{13} = 15.4408$ (非球面)	$d_{13} = 4.5000$	$n_{d7} = 1.49216 \quad \nu_{d7} = 57.50$
$r_{14} = -32.4998$	$d_{14} = (\text{可変})$	
$r_{15} = \infty$	$d_{15} = 1.6000$	$n_{d8} = 1.52420 \quad \nu_{d8} = 70.21$
$r_{16} = \infty$	$d_{16} = 2.6300$	$n_{d9} = 1.54425 \quad \nu_{d9} = 67.01$
$r_{17} = \infty$	$d_{17} = 1.0000$	
$r_{18} = \infty$	$d_{18} = 1.0000$	$n_{d10} = 1.50000 \quad \nu_{d10} = 60.01$
$r_{19} = \infty$		

ズーム間隔

f	8.900	15.400	26.700
d_2	1.022	10.519	17.595
d_7	18.573	9.076	2.000
d_8	13.776	6.666	2.000
d_{12}	4.445	7.421	5.748
d_{14}	11.868	16.001	22.341

非球面係数

第1面

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = -5.4607 \times 10^{-6}$$

$$A_6 = 8.7595 \times 10^{-10}$$

$$A_8 = 1.4591 \times 10^{-11}$$

$$A_{10} = -4.0171 \times 10^{-14}$$

第4面

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = -5.9752 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = -1.1184 \times 10^{-7}$$

$$A_8 = -2.6701 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = -6.9575 \times 10^{-12}$$

第9面

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = -1.1563 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -5.8566 \times 10^{-7}$$

$$A_8 = -3.0848 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = -4.8687 \times 10^{-11}$$

第13面

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = -5.1534 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = 1.9734 \times 10^{-7}$$

$$A_8 = -7.5561 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = 7.3471 \times 10^{-11}$$

【0050】実施例4

$$f = 8.900 \sim 15.400 \sim 26.700$$

$$F_{N0} = 2.803 \sim 3.273 \sim 4.352$$

$$\omega = 33.979^\circ \sim 19.754^\circ \sim 11.714^\circ$$

$r_1 =$	57.4208 (非球面)	$d_1 =$	6.0000	$n_{d1} =$	1.49241	$\nu_{d1} =$	57.66
$r_2 =$	-123.0099	$d_2 =$	(可変)				
$r_3 =$	69.5577	$d_3 =$	1.6000	$n_{d2} =$	1.69680	$\nu_{d2} =$	55.53
$r_4 =$	14.2834	$d_4 =$	6.2586				
$r_5 =$	-21.1750	$d_5 =$	2.0000	$n_{d3} =$	1.49241	$\nu_{d3} =$	57.66
$r_6 =$	21.5395	$d_6 =$	4.0013				
$r_7 =$	27.4483	$d_7 =$	2.0000	$n_{d4} =$	1.84666	$\nu_{d4} =$	23.78
$r_8 =$	61.9967	$d_8 =$	(可変)				
$r_9 =$	∞ (絞り)	$d_9 =$	(可変)				
$r_{10} =$	10.1242 (非球面)	$d_{10} =$	6.4751	$n_{d5} =$	1.49241	$\nu_{d5} =$	57.66
$r_{11} =$	-33.1255	$d_{11} =$	0.1500				
$r_{12} =$	37.2082	$d_{12} =$	1.0000	$n_{d6} =$	1.84666	$\nu_{d6} =$	23.78
$r_{13} =$	11.0517	$d_{13} =$	(可変)				
$r_{14} =$	19.5986 (非球面)	$d_{14} =$	4.5000	$n_{d7} =$	1.49241	$\nu_{d7} =$	57.66
$r_{15} =$	-24.6901	$d_{15} =$	(可変)				
$r_{16} =$	∞	$d_{16} =$	1.1400	$n_{d8} =$	1.54771	$\nu_{d8} =$	62.84
$r_{17} =$	∞	$d_{17} =$	0.8100	$n_{d9} =$	1.54771	$\nu_{d9} =$	62.84
$r_{18} =$	∞	$d_{18} =$	1.0000				
$r_{19} =$	∞	$d_{19} =$	1.6000	$n_{d10} =$	1.51400	$\nu_{d10} =$	75.00
$r_{20} =$	∞						

ズーム間隔

f	8.900	15.400	26.700
d_1	1.686	11.413	17.062
d_8	17.393	7.667	2.000
d_9	14.398	8.430	2.000
d_{13}	5.422	7.135	6.302
d_{15}	14.789	19.045	26.325

非球面係数

第1面

$$K = 0.0000$$

$$\begin{aligned} A_4 &= -2.5737 \times 10^{-6} \\ A_6 &= 3.4236 \times 10^{-9} \\ A_8 &= 3.3566 \times 10^{-12} \\ A_{10} &= -2.4726 \times 10^{-14} \end{aligned}$$

第10面

$$K = 0.0000$$

$$\begin{aligned} A_4 &= -1.2078 \times 10^{-4} \\ A_6 &= -9.4584 \times 10^{-7} \\ A_8 &= 8.7354 \times 10^{-9} \\ A_{10} &= -1.7356 \times 10^{-10} \end{aligned}$$

第14面

$$K = 0.0000$$

$$\begin{aligned} A_4 &= -4.3466 \times 10^{-5} \\ A_6 &= -1.1251 \times 10^{-7} \\ A_8 &= 3.8242 \times 10^{-9} \\ A_{10} &= -3.8018 \times 10^{-11} \end{aligned}$$

【0051】実施例5

$$f = 8.900 \sim 15.400 \sim 26.699$$

$$F_{N0} = 2.803 \sim 3.020 \sim 4.416$$

$$\omega = 34.195^\circ \sim 20.020^\circ \sim 11.708^\circ$$

$r_1 =$	43.7492	$d_1 =$	5.0000	$n_{d1} =$	1.69680	$\nu_{d1} =$	55.53
$r_2 =$	161.9148	$d_2 =$	(可変)				
$r_3 =$	24.2833	$d_3 =$	1.6000	$n_{d2} =$	1.69680	$\nu_{d2} =$	55.53
$r_4 =$	12.8835	$d_4 =$	5.2105				
$r_5 =$	-57.3267	$d_5 =$	1.3000	$n_{d3} =$	1.69680	$\nu_{d3} =$	55.53
$r_6 =$	14.5752	$d_6 =$	4.5523				
$r_7 =$	17.8323	$d_7 =$	2.0000	$n_{d4} =$	1.84666	$\nu_{d4} =$	23.78
$r_8 =$	27.1091	$d_8 =$	(可変)				
$r_9 =$	∞ (絞り)	$d_9 =$	(可変)				
$r_{10} =$	10.7156 (非球面)	$d_{10} =$	5.0000	$n_{d5} =$	1.49241	$\nu_{d5} =$	57.66
$r_{11} =$	-28.6168	$d_{11} =$	0.1500				
$r_{12} =$	50.1240	$d_{12} =$	1.0000	$n_{d6} =$	1.84666	$\nu_{d6} =$	23.78
$r_{13} =$	13.1907	$d_{13} =$	(可変)				
$r_{14} =$	29.0560 (非球面)	$d_{14} =$	4.5000	$n_{d7} =$	1.49241	$\nu_{d7} =$	57.66
$r_{15} =$	-19.9778	$d_{15} =$	(可変)				
$r_{16} =$	∞	$d_{16} =$	1.1400	$n_{d8} =$	1.54771	$\nu_{d8} =$	62.84
$r_{17} =$	∞	$d_{17} =$	0.8100	$n_{d9} =$	1.54771	$\nu_{d9} =$	62.84
$r_{18} =$	∞	$d_{18} =$	1.0000				
$r_{19} =$	∞	$d_{19} =$	1.6000	$n_{d10} =$	1.51400	$\nu_{d10} =$	75.00
$r_{20} =$	∞						

ズーム間隔

f	8.900	15.400	26.699
d ₂	1.000	12.535	16.106
d ₃	18.799	7.264	3.693
d ₉	15.637	12.496	2.000
d ₁₃	5.363	5.029	7.764
d ₁₅	14.952	18.427	26.188

非球面係数

第10面

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = -1.3295 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -4.9679 \times 10^{-7}$$

$$A_8 = -9.0848 \times 10^{-10}$$

$$A_{10} = -4.5990 \times 10^{-11}$$

第14面

$$K = 0.0000$$

$$A_4 = -4.7875 \times 10^{-5}$$

$$A_6 = -1.9958 \times 10^{-8}$$

$$A_8 = 2.8214 \times 10^{-9}$$

$$A_{10} = -1.2863 \times 10^{-11}$$

【0052】実施例6

$$f = 9.000 \sim 15.590 \sim 27.000$$

$$F_{N0} = 2.800 \sim 3.030 \sim 4.069$$

$$\omega = 33.547^\circ \sim 19.731^\circ \sim 11.515^\circ$$

r ₁ = 44.5137	d ₁ = 4.4000	n _{d1} = 1.69680	ν _{d1} = 55.53
r ₂ = 137.7320	d ₂ = (可変)		
r ₃ = 23.5602	d ₃ = 1.6000	n _{d2} = 1.69680	ν _{d2} = 55.53
r ₄ = 12.0406	d ₄ = 5.7412		
r ₅ = -54.8255	d ₅ = 1.5000	n _{d3} = 1.56384	ν _{d3} = 60.70
r ₆ = 13.6238	d ₆ = 3.8135		
r ₇ = 16.0196	d ₇ = 2.2000	n _{d4} = 1.84666	ν _{d4} = 23.78
r ₈ = 23.3091	d ₈ = (可変)		
r ₉ = ∞ (絞り)	d ₉ = (可変)		
r ₁₀ = 31.1300	d ₁₀ = 6.5179	n _{d5} = 1.77250	ν _{d5} = 49.60
r ₁₁ = -15.0403	d ₁₁ = 0.1939		
r ₁₂ = -13.3787	d ₁₂ = 0.8893	n _{d6} = 1.84666	ν _{d6} = 23.78
r ₁₃ = -65.0570	d ₁₃ = (可変)		
r ₁₄ = -2370.3961 (非球面)	d ₁₄ = 4.3000	n _{d7} = 1.49241	ν _{d7} = 57.66
r ₁₅ = -14.2694	d ₁₅ = (可変)		
r ₁₆ = ∞	d ₁₆ = 1.1400	n _{d8} = 1.54771	ν _{d8} = 62.84
r ₁₇ = ∞	d ₁₇ = 0.8100	n _{d9} = 1.54771	ν _{d9} = 62.84
r ₁₈ = ∞	d ₁₈ = 1.0000		

$r_{19} =$	∞	$d_{19} = 1.0000$	$n_{d10} = 1.51000$	$\nu_{d10} = 75.00$
$r_{20} =$	∞	$d_{20} = 1.0000$		
$r_{21} =$	∞	$d_{21} = 0.8000$	$n_{d11} = 1.52300$	$\nu_{d11} = 55.00$
$r_{22} =$	∞			

ズーム間隔

f	9.000	15.590	27.000
d_2	1.000	13.349	18.974
d_8	20.474	8.125	2.500
d_9	13.221	9.796	2.000
d_{13}	6.416	6.356	7.516
d_{15}	15.209	18.694	25.330

非球面係数

第14面

 $K = 0.0000$ $A_4 = -7.8946 \times 10^{-5}$ $A_6 = 3.2441 \times 10^{-8}$ $A_8 = -1.6090 \times 10^{-9}$ $A_{10} = 1.6631 \times 10^{-11}$

【0053】以上の実施例中、実施例1の無限遠にフォーカスしたとき、第4群G4の移動によって中間の近距離にフォーカスしたとき、第4群G4に加えて第2群G2の移動によってより近距離にフォーカスしたときの収差図をそれぞれ図7、図8、図9に示す。これらの収差図中、SAは球面収差、ASは非点収差、DTは歪曲収

差、CCは倍率色収差を示す。なお、図中、Iは像高を示す。

【0054】また、上記実施例1～6の前記条件式

(1)～(4)の値を次の表に示す。

【0055】

	条件式(1)	条件式(2)	条件式(3)	条件式(4)
実施例1	-0.64	0.25	1.83	0.080
実施例2	-0.63	0.25	1.51	0.098
実施例3	-0.71	0.26	1.61	0.106
実施例4	-0.81	0.29	1.67	0.111
実施例5	-0.90	0.29	1.69	0.105
実施例6	-0.62	0.32	1.61	0.097

【0056】以上の本発明のズームレンズは例えば次のように構成することができる。

(1) 物体側より順に、正の屈折力を有する第1群、

負の屈折力を有する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群からなり、広角端から望遠端に向けて変倍する際、第2群は像側に移動し、第3

群は常に物体側に移動し、第4群は常に物体側に移動するものであって、第1群は正の単レンズのみからなることを特徴とするズームレンズ。

【0057】〔2〕 物体側より順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群からなり、広角端から望遠端に向けて変倍する際、第2群は像側に移動し、第3群は常に物体側に移動し、第4群は常に物体側に移動するものであって、第1群は正の単レンズのみからなり、第2群は少なくとも1枚の正レンズを含み、第3群あるいは第4群の何れかの群には、少なくとも1枚の負レンズを含むことを特徴とするズームレンズ。

【0058】〔3〕 物体側より順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群からなり、広角端から望遠端に向けて変倍する際、第2群は像側に移動し、第3群は常に物体側に移動し、第4群は常に物体側に移動するものであって、第1群は正の単レンズのみからなり、第2群は少なくとも1枚の正レンズを含み、第3群は少なくとも1枚の負レンズを含み、第4群は正の単レンズのみからなることを特徴とするズームレンズ。

【0059】〔4〕 物体側より順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群からなり、広角端から望遠端に向けて変倍する際、第2群は像側に移動し、第3群は常に物体側に移動し、第4群は常に物体側に移動するものであって、第1群は正の単レンズのみからなり、第2群は少なくとも1枚の正レンズを含み、第3群は少なくとも1枚の負レンズを含み、第4群は正の単レンズのみからなることを特徴とするズームレンズ。

$$0.05 < f_4 / f_1 < 0.41$$

ただし、 f_i (i は1, 4)は第*i*群の焦点距離である。

【0064】〔9〕 以下の条件を満足することを特徴

$$0.9 < (\beta_{34T} / \beta_{34W}) / (\beta_{2T} / \beta_{2W}) < 4 \quad \dots (3)$$

ただし、 β_{2W} は広角端での第2群の倍率、 β_{2T} は望遠端での第2群の倍率、 β_{34W} は広角端での第3群と第4群の合成の倍率、 β_{34T} は望遠端での第3群と第4群の合成の倍率である。

$$0 < f_W / f_1 < 0.2$$

ただし、 f_W は広角端での全系の焦点距離、 f_i (i は1)は第*i*群の焦点距離である。

【0066】〔11〕 少なくとも第2群をフォーカシングのために可動としたことを特徴とする上記〔1〕から〔10〕の何れか1項記載のズームレンズ。

【0067】〔12〕 第2群と第4群をフォーカシングのために可動としたことを特徴とする上記〔1〕から〔11〕の何れか1項記載のズームレンズ。

【0068】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によると、広面角であって簡易なレンズ構成のビデオカメラに適したズームレンズを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

する第1群、負の屈折力を有する第2群、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群からなり、広角端から望遠端に向けて変倍する際、第2群は像側に移動し、第3群は常に物体側に移動し、第4群は常に物体側に移動するものであって、第1群は正の単レンズのみからなり、絞りを第2群と第3群の間に固定したことを特徴とするズームレンズ。

【0060】〔5〕 物体側より順に、正の屈折力を有する第1群、負の屈折力を有する第2群、絞り、正の屈折力を有する第3群、正の屈折力を有する第4群からなり、広角端から望遠端に向けて変倍する際、第1群と絞りは固定し、第2群は像側に移動し、第3群は常に物体側に移動し、第4群は常に物体側に移動するものであって、第1群は正の単レンズのみからなり、第2群は少なくとも1枚の正レンズを含み、第3群は少なくとも1枚の負レンズを含み、第4群は正の単レンズのみからなることを特徴とするズームレンズ。

【0061】〔6〕 少なくとも第2群をフォーカシングのために可動としたことを特徴とする上記〔1〕から〔5〕の何れか1項記載のズームレンズ。

【0062】〔7〕 以下の条件を満足することを特徴とする上記〔1〕から〔6〕の何れか1項記載のズームレンズ。

$$-2.5 < z_3 / z_2 < -0.45, \quad z_2 > 0, \quad z_3 < 0 \quad \dots (1)$$

【0063】〔8〕 以下の条件を満足することを特徴とする上記〔1〕から〔7〕の何れか1項記載のズームレンズ。

$$\dots (2)$$

とする上記〔1〕から〔8〕の何れか1項記載のズームレンズ。

【0065】〔10〕 以下の条件を満足することを特徴とする上記〔1〕から〔9〕の何れか1項記載のズームレンズ。

$$\dots (4)$$

【図1】本発明の実施例1のズームレンズの断面図である。

【図2】本発明の実施例2のズームレンズの断面図である。

【図3】本発明の実施例3のズームレンズの断面図である。

【図4】本発明の実施例4のズームレンズの断面図である。

【図5】本発明の実施例5のズームレンズの断面図である。

【図6】本発明の実施例6のズームレンズの断面図である。

【図7】実施例1の無限遠にフォーカスしたときの収差

図である。

【図8】実施例1の第4群の移動によって中間の近距離にフォーカスしたときの収差図である。

【図9】実施例1の第4群に加えて第2群の移動によってより近距離にフォーカスしたときの収差図である。

【符号の説明】

G1…第1群

G2…第2群

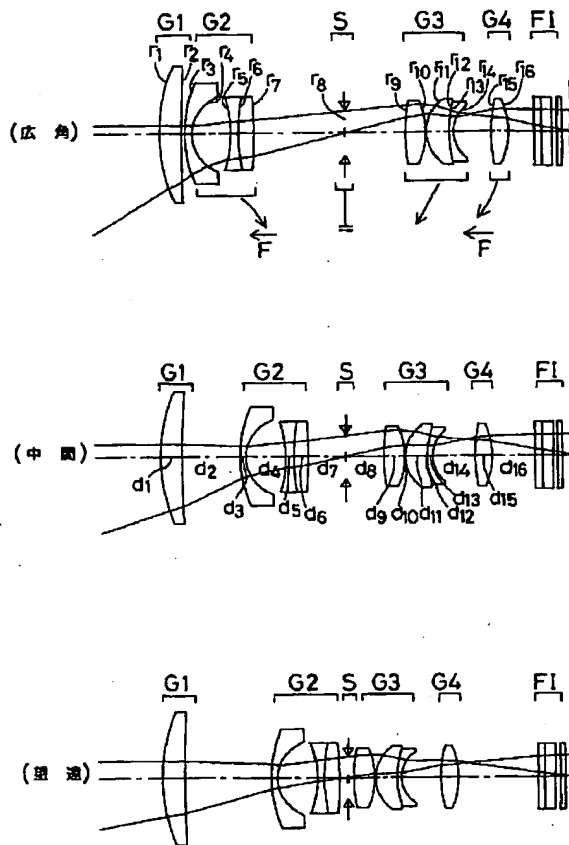
G3…第3群

G4…第4群

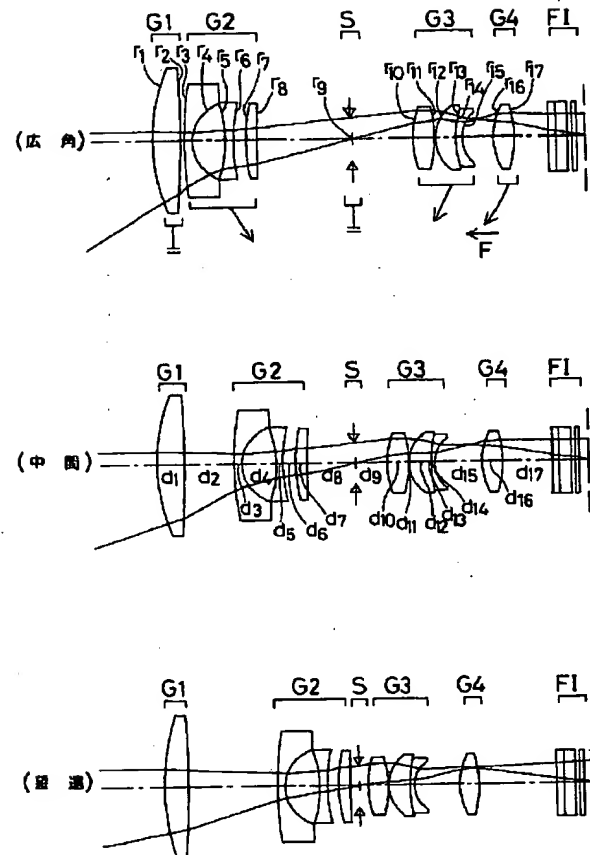
S…絞り

F1…光学フィルター等の部材

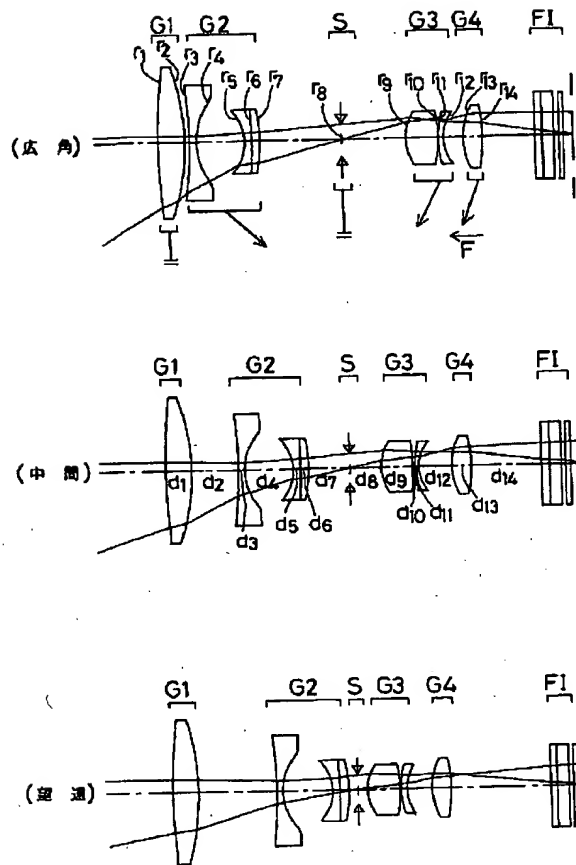
【図1】



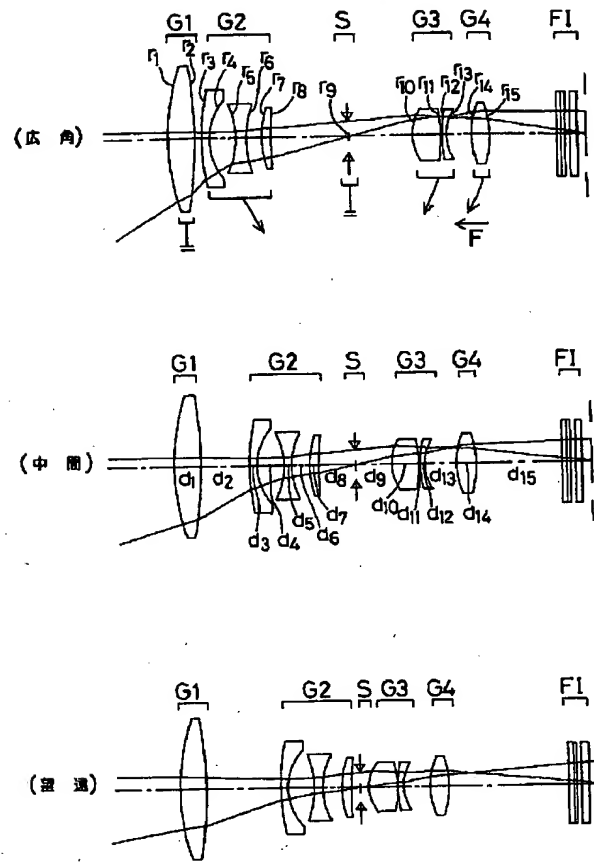
【図2】



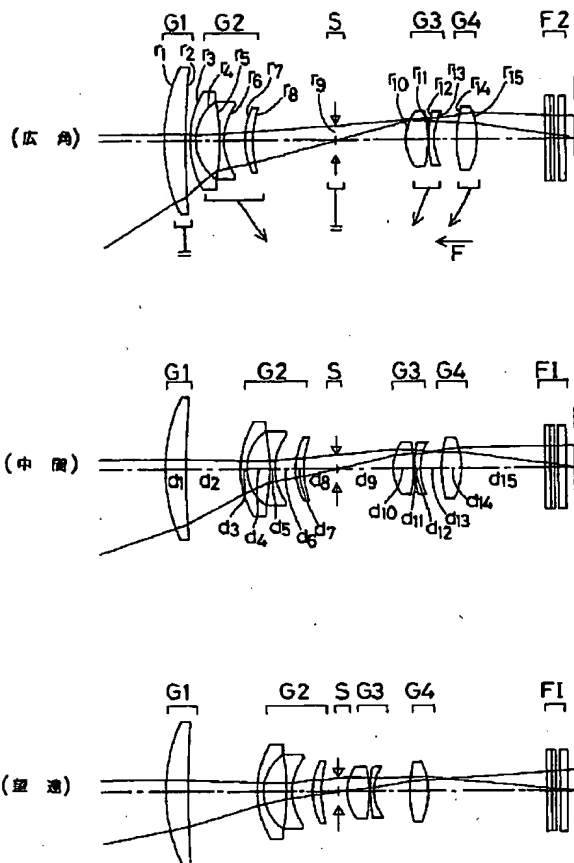
【図 3】



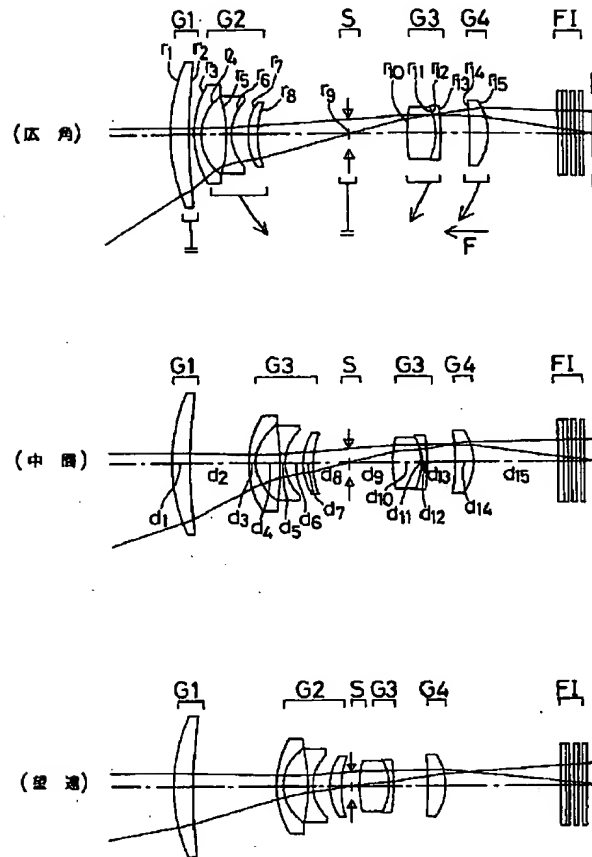
【図 4】



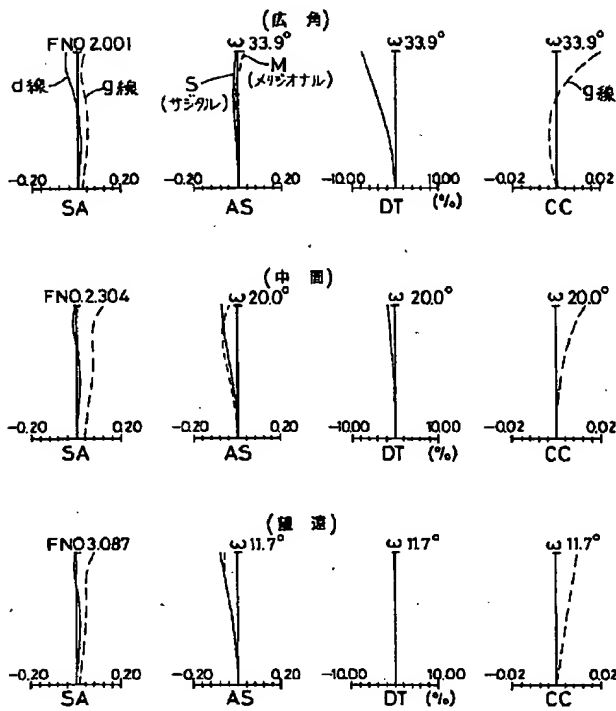
【図 5】



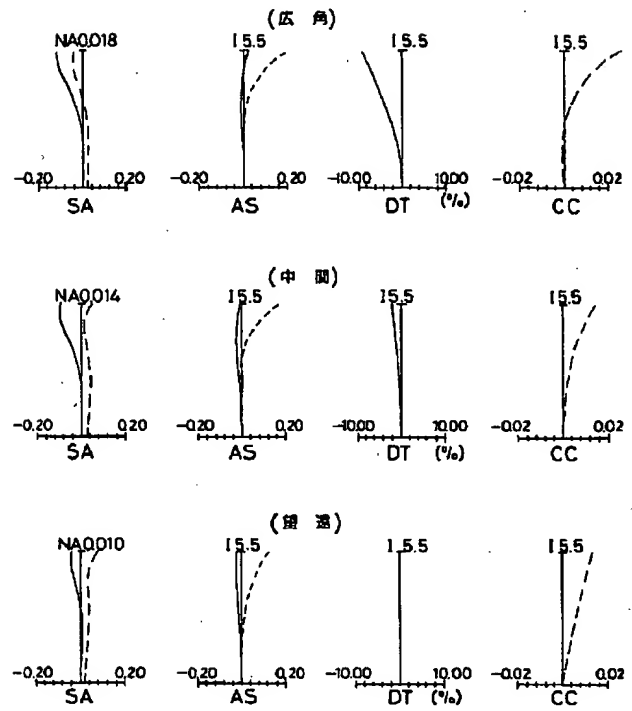
【図 6】



【図7】



【図8】



【図9】

